



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de
Ingeniero en Alimentos.

Título del Anteproyecto de Investigación:

EXTRACCIÓN DE PECTINA DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO DE DOS
VARIETADES CON DOS ÍNDICES DE MADUREZ. QUEVEDO 2016.

Autor:

LUIS NELSON VEGA GUAMÁN

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Wiston Morales Rodríguez M.Sc.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador.

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, Luis Nelson Vega Guamán, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Luis Nelson Vega Guamán
C.C.
AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

El suscrito, **Ing. Wiston Javier Morales Rodríguez, M.Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Luis Nelson Vega Guamán**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, **“EXTRACCIÓN DE PECTINA DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO DE DOS VARIEDADES CON DOS ÍNDICES DE MADUREZ. QUEVEDO 2016”**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Wiston Javier Morales Rodríguez, M.Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito **Ing. Wiston Javier Morales Rodríguez, M.Sc.** en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado **“EXTRACCIÓN DE PECTINA DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO DE DOS VARIEDADES CON DOS ÍNDICES DE MADUREZ. QUEVEDO 2016”**, de autoría del estudiante **Luis Nelson Vega Guamán**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 10 %, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

Ing. Wiston Javier Morales Rodríguez, M.Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EXTRACCIÓN DE PECTINA DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO DE DOS
VARIETADES CON DOS ÍNDICES DE MADUREZ. QUEVEDO 2016”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Christian Vallejo Torres. MsC.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Aguirre Valverde. MsC

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Piedad Yépez Macías. MsC

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

Resumen.

La investigación tuvo como objetivo obtener pectina de las cascaras de plátano de dos variedades; hartón y dominico y dos estados de madures; verde y pintón. Se obtuvo la pectina de la cascara de plátano hartón verde, hartón pintón, dominico verde y dominico pintón; se obtuvo cuatro tratamientos más el testigo que fue una pectina comercial para comparar las variables físicas, químicas y organolépticas, se empleó un diseño completamente a la azar bifactorial con cinco repeticiones, se evaluó la humedad, acidez, ceniza y el rendimiento de la pectina de los cinco tratamientos, se realizó mermelada de piña con la pectina de las cascaras de plátano y la pectina testigo, mermelada evaluada sensorialmente el sabor, aroma, color, textura y aceptabilidad. El tratamiento T2 (pectina de la cascara de plátano hartón en estado verde) presento menor humedad 4,38 %, el tratamiento T4 (pectina de la cascara de plátano dominico verde) presento menor acidez con 1.46 %, el tratamiento T2, T3 (pectina de la cascara de plátano hartón verde y pintón) presentaron mayor cantidad de ceniza con 1.24 % y el mayor rendimiento presento el T5 (pectina de cascara de plátano dominico en estado pintón) con el 18,68 % , se utilizó 10 panelistas semientrenados en los análisis sensoriales, presentando resultados: En el sabor el T5 (mermelada con pectina de cascara de plátano dominico pintón) presento mayor intensidad de sabor a piña, el color el tratamiento T1 (mermelada con pectina comercial) presento mayor intensidad color amarillo, el tratamiento T3 (mermelada con pectina de cascara de plátano de hartón pintón) presento el mayor aroma a piña, en la textura el tratamiento T4 (mermelada con pectina de cascara de plátano dominico verde) presento mayor viscosidad y la aceptabilidad lo presento el tratamiento T3 (mermelada con pectina de cascara de plátano en estado pintón).

ABSTRACT.

The research aimed to obtain pectin from banana peels of two varieties; Harton and Dominican and two states of matures; Green and pintón. The pectin was obtained from the banana peel green hartón, hartón pintón, dominico verde and dominico pintón; It was obtained four treatments plus the control that was a commercial pectin to compare the physical, chemical and organoleptic variables, we used a completely random bifactorial design with five repetitions, we evaluated the humidity, acidity, ash and pectin yield of The five treatments, pineapple jam was performed with banana peel pectin and pectin control, jelly sensory evaluated taste, aroma, color, texture and acceptability. The treatment T2 (pectin of banana peel in the green state) had a lower moisture content of 4.38%, the treatment T4 (pectin of the green banana shell) presented lower acidity with 1.46%, treatment T2, T3 (pectin Of the green banana peel and pintón) presented the highest amount of ash with 1.24% and the highest yield was T5 (Dominican banana peel pectin in the state of painting) with 18.68%, 10 panellists were used in the Sensorial analysis, presenting results: In the T5 flavor (jelly with shell pectin shell dominico) I present greater intensity of pineapple flavor, the color T1 treatment (marmalade with commercial pectin) present greater intensity yellow color, T3 treatment (Marmalade with banana peel pecan), I presented the highest pineapple aroma, in the texture T4 treatment (marmalade with shell pectin of green Dominican banana) Showed higher viscosity and the acceptability was presented by the T3 treatment (marmalade with banana peel pectin in pintine state).

TABLA DE CONTENIDO.

<i>Título del Anteproyecto de Investigación:</i>	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.	iv
1.1 CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
1.2 CÓDIGO DUBLÍN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I.....	14
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.1.1. Planteamiento del problema.....	15
Diagnóstico.....	15
1.1.2. Formulación del problema	16
1.1.3. Sistematización del problema.....	16
1.2. Objetivos	17
1.2.1. Objetivo General	17
1.2.2. Objetivos Específicos.....	17
1.3. Justificación	17
1.4. Hipótesis	18
1.4.1. Hipótesis nula	18
1.4.2. Hipótesis alternativa	18
CAPÍTULO II.....	19
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1. Marco Conceptual	20
2.2. Marco Referencial	20
2.2.1. Plátano (<i>Musa Acuminata</i>).....	20
2.2.1.1. <i>Origen</i>	20
2.2.2. <i>Taxonomía</i>	20
2.2.3. <i>Morfología</i>	21
2.2.3.1. Raíces.....	21
2.2.3.2. Tallo	21
2.2.3.3. Hojas.....	21

2.2.3.4. Flores	21
2.2.3.5. Frutos.....	22
2.1.2. Composición nutricional del plátano	22
2.1.3. Cáscara de plátano	23
2.1.4. Índice de madurez	23
2.2. Pectina	23
2.2.1. Uso y aplicaciones de la pectina en la industria alimentaria	24
2.2.3. Función y solubilidad	25
2.2.4. Clasificación de las sustancias pécticas	26
CAPÍTULO III	28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1. Localización	29
3.2. Materiales, material de estudio es la cáscara de plátano.	29
3.2.1. Equipos	29
3.2.2. Materiales	30
3.5. Diseño experimental.....	31
3.5.1. Factores estadísticos	31
3.5.2. Análisis estadístico	31
3.5.3. Modelo matemático	32
3.6. Mediciones experimentales.....	32
3.7. Análisis de perfil sensorial	32
3.8. Procedimiento experimental.....	33
3.8.1. Recolección de materia prima.	33
Se recogerán muestras de cascaras de plátano en diversos establecimientos de producción de patacones y demás subproductos, un total de 24kg aproximadamente.	33
3.8.2. Pelado	33
Se removerán los excesos de pulpa presentes en la cascara para evitar residuos en el producto final.	33
3.8.3. Inactivación de enzimas.	33
Se desactivarán las enzimas pécticas presentes en la cascara calentando hasta ebullición durante 15 minutos. Esto evita que la muestra se madure mientras se realizan los diferentes ensayos experimentales para obtener la pectina.	33
3.8.4. Hidrolisis.	33
Se realizará en una estufa con baño de maría y control automático de temperatura a los diferentes tratamientos planteados y con agitación manual durante 60 minutos.	33
3.8.5. Precipitación.	33

Se usará un volumen al 60% de etanol con respecto a la solución obtenida en el proceso de hidrolisis para lograr el precipitado de la pectina.....	33
3.8.6. Filtración.....	33
El proceso de filtrado a nivel de laboratorio es muy lento, por tanto, se usará una centrifuga para acelerar el proceso.....	33
3.8.7. Secado y trituración.....	34
La pectina húmeda se secará en estufa a 40 °C, durante 12 horas. La masa solida resultante se triturará mediante un mortero.....	34
CAPITULO V.....	45
CAPÍTULO VI.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	48
CAPÍTULO VII.....	52
ANEXOS.....	52

1.2 CÓDIGO DUBLÍN.

Título:	Extracción de Pectina de la Cáscara de Plátano de dos Variedades con dos Índices de Madurez			
Autor:	Luis Nelson Vega Guamán			
Palabras clave:	Pectina,	Cascara de platano	Mermelada	Rendimiento
Fecha de Publicación:				
Editorial:				
Resumen	<p>Resumen.</p> <p>La investigación tuvo como objetivo obtener pectina de las cascara de plátano de dos variedades; hartón y dominico y dos estados de madures; verde y pintón. Se obtuvo la pectina de la cascara de plátano hartón verde, hartón pintón, dominico verde y dominico pintón; se obtuvo cuatro tratamientos más el testigo que fue una pectina comercial para comparar las variables físicas, químicas y organolépticas, se empleó un diseño completamente a la azar bifactorial con cinco repeticiones, se evaluó la humedad, acidez, ceniza y el rendimiento de la pectina de los cinco tratamientos, se realizó mermelada de piña con la pectina de las cascara de plátano y la pectina testigo, mermelada evaluada sensorialmente el sabor, aroma, color, textura y aceptabilidad. El tratamiento T2 (pectina de la cascara de plátano hartón en estado verde) presento menor humedad 4,38 %, el tratamiento T4 (pectina de la cascara de plátano dominico verde) presento menor acidez con 1.46 %, el tratamiento T2, T3 (pectina de la cascara de plátano hartón verde y pintón) presentaron mayor cantidad de ceniza con 1.24 % y el mayor rendimiento presento el T5 (pectina de cascara de plátano dominico en estado pintón) con el 18,68 % , se utilizó 10 panelistas semientrenados en los análisis sensoriales, presentando resultados: En el sabor el T5 (mermelada con pectina de cascara de plátano dominico pintón) presento mayor intensidad de sabor a piña, el color el tratamiento T1 (mermelada con pectina comercial) presento mayor intensidad color amarillo, el tratamiento T3 (mermelada con pectina de cascara de plátano de hartón pintón) presento el mayor aroma a piña, en la textura el tratamiento T4 (mermelada con pectina de cascara de plátano dominico verde) presento</p>			

mayor viscosidad y la aceptabilidad lo presento el tratamiento T3 (mermelada con pectina de cascara de plátano en estado pintón).

ABSTRACT.

Summary.

The research aimed to obtain pectin from banana peels of two varieties; Harton and Dominican and two states of madures; Green and pintón. The pectin was obtained from the banana peel green hartón, hartón pintón, dominico verde and dominico pintón; It was obtained four treatments plus the control that was a commercial pectin to compare the physical, chemical and organoleptic variables, we used a completely random bifactorial design with five repetitions, we evaluated the humidity, acidity, ash and pectin yield of The five treatments, pineapple jam was performed with banana peel pectin and pectin control, jelly sensory evaluated taste, aroma, color, texture and acceptability. The treatment T2 (pectin of banana peel in the green state) had a lower moisture content of 4.38%, the treatment T4 (pectin of the green banana shell) presented lower acidity with 1.46%, treatment T2, T3 (pectin Of the green banana peel and pintón) presented the highest amount of ash with 1.24% and the highest yield was T5 (Dominican banana peel pectin in the state of painting) with 18.68%, 10 panellists were used in the Sensorial analysis, presenting results: In the T5 flavor (jelly with shell pectin shell dominico) I present greater intensity of pineapple flavor, the color T1 treatment (marmalade with commercial pectin) present greater intensity yellow color, T3 treatment (Marmalade with banana peel pecan), I presented the highest pineapple aroma, in the texture T4 treatment (marmalade with shell pectin of green Dominican banana) Showed higher viscosity and the acceptability was presented by the T3 treatment (marmalade with banana peel pectin in pintine state).

Descripción	63 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

I. INTRODUCCIÓN

La pectina constituye un ingrediente muy importante en la industria de los alimentos por su capacidad de formar geles, por esta razón se emplea en la fabricación de gelatinas, helados, mermeladas y otros alimentos.

Cómo materias primas más comunes para la producción de pectina se encuentran en primer lugar los residuos de manzana y cítricos. La pectina utilizada en la industria de alimentos y farmacéutica es importada, a pesar de que esta sustancia se encuentra en las frutas y vegetales, cuya obtención se puede realizar por distintos métodos como son hidrólisis química, enzimática, entre otros (1).

Sin embargo, es posible la utilización de las cáscaras de plátano como fuente de extracción de pectina, solucionando el problema ambiental de acumulación de material de desecho de la actividad agroindustrial, y a la vez, incrementa el beneficio empresarial, dada la importancia económica de este subproducto vegetal para la industria alimenticia. De este modo, el aprovechamiento de la cáscara de plátano para la obtención de pectina se convierte en una alternativa rentable para el creciente desarrollo agroindustrial de la industria platanera (1).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Planteamiento del problema

En el presente estudio se utilizó la cáscara de plátano cosechados durante el periodo del 2016 producidos en la zona de Valencia, Provincia de Los Ríos.

Estudiar el índice de madurez del plátano, aplicando los agentes de extracción en términos de generar el mayor rendimiento de pectina, determinar que la propiedad coligativa (viscosidad) y propiedades químicas (cenizas, pH, humedad, acidez) no alteran la calidad y validar las características sensoriales de la pectina elaborando mermelada de piña.

Diagnóstico

El plátano es producido en gran magnitud a nivel nacional, principalmente en la provincia de Los Ríos, Guayas y El Oro, constituyéndose la región por cultivo, por excelencia, abasteciendo la mayor parte del mercado

La cascara de plátano es el subproducto más importante que se acumula en grandes cantidades durante el beneficio del plátano en los lugares que son dispuestas causando resbaladizos y contaminación. La cascara de plátano constituye un producto que ha sido subutilizado en cultivo, actualmente se usan en la alimentación animal, en especial de rumiantes ya que actúan como fibra y proteína, reconociendo que no se ha realizado investigaciones en torno a la extracción de pectina usando la materia prima la cascara de plátano se requiere entonces, delimitar que método es el más adecuado para obtener pectina a partir de la cáscara de plátano.

Hay que destacar también las propiedades terapéuticas que presentan las pectinas lo cual hace que la industria farmacéutica la utilice frecuentemente para la preparación de numerosas especialidades. A pesar de que esta sustancia se encuentra en las frutas y vegetales producidos en el país, su obtención se puede realizar por distintos métodos como son hidrolisis químico, enzimática entre otros.

De este modo, el aprovechamiento de la cáscara de plátano para la obtención de la pectina como alternativa rentable al creciente desarrollo de la industria platanera, hace necesario

evaluar el rendimiento de pectina presente en la cascara de plátano, siendo este el propósito del presente estudio

1.1.2. Formulación del problema

La propuesta de solución de dificultades planteadas, desde el punto de vista, interrogativo es:
¿Cómo influye el índice de madurez y la variedad de plátano en la cantidad de pectina?

1.1.3. Sistematización del problema

El presente proyecto se busca determinar ciertas condiciones del proceso técnico para la extracción de pectina a partir de la cáscara de plátano. En consecuencia, la metodología que se pretende seguir comprende la definición de variables y niveles en el proceso de obtención de pectina de cáscara de plátano en las etapas de:

- ❖ Acondicionamiento de la materia prima (cascara de plátano)
- ❖ Extracción de pectina

En el proceso de obtención de la pectina obligatoriamente tiene que pasar por algunas operaciones unitarias, cuyos factores o variables de estudio son: Variedad, índices de madurez de los frutos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Extraer pectina de la cáscara de plátano de dos variedades con dos índices de madurez para su uso en la industria alimentaria.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Obtener la pectina de la cáscara de la variedad de plátano hartón y dominico.
- Caracterizar por medio de análisis físico-químicos, la pectina extraída de la cáscara de plátano de las dos variedades.
- Validar el mejor tratamiento, elaborando mermelada de piña y determinar la aceptabilidad de este producto mediante una evaluación sensorial.

1.3. Justificación

Es posible el uso de la cáscara de plátano para la extracción de pectina, solucionando el problema ambiental del cúmulo de material de desecho de la actividad agroindustrial de este rubro, y la vez incrementando el beneficio empresarial, dada la importancia económica de este subproducto para la industria alimenticia

La variedad de plátano es un factor de singular importancia que se debe considerar en el proceso de extracción, ya que determinará las características físico-químicas del producto final, debido a que el hartón (barraganete) y el dominico contienen discordantes características otorgadas al producto final.

La pectina que actualmente utiliza el país es importada y sus costos son elevados. La utilización de la cáscara de plátano para la extracción de la pectina se considera una alternativa de aprovechamiento integral del plátano, y esta materia prima es de bajo costo.

Existen estudios en relación a la cáscara de plátano y específicamente de la extracción de pectinas, y si lo existen tiene niveles bajos en el Ecuador.

Al extraer pectinas de la cáscara de plátano y demostrar posteriormente la factibilidad económica de unidades productivas, entonces se predice que aumentará el valor agregado del plátano.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

H₀: La variedad de plátano empleada en el proceso de obtención de pectinas no influye en el rendimiento y las características físico - químicas.

H₀: El estado de madurez de la cáscara de plátano no influye en el rendimiento y las características físico – químicas de la pectina.

1.4.2. Hipótesis alternativa

H₁: La variedad de plátano empleada en el proceso de obtención de pectinas sí influye en el rendimiento y las características físico - químicas.

H₁: El estado de madurez de la cáscara de plátano sí influye en el rendimiento y las características físico – químicas de la pectina.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Plátano (*Musa Acuminata*)

2.2.1.1. Origen

El plátano tiene su origen probablemente en la región indomalaya donde han sido cultivados desde hace miles de años. Desde Indonesia se propagó hacia el sur y el oeste, alcanzando Hawaii y la Polinesia. Los comerciantes europeos llevaron noticias del árbol a Europa alrededor del siglo III a. C., aunque no fue introducido hasta el siglo X. De las plantaciones de África Occidental los colonizadores portugueses lo llevarían a Sudamérica en el siglo XVI, concretamente a Santo Domingo. (2)

Por las diferentes formas de participar en la alimentación: cocidos (verdes o maduros) o como frutas frescas; por su doble función: alimento y medicina; por haber mitigado el hambre al ser humano durante siglos y haber conquistado el mundo, la especie del Plátano es considerada el rey de los vegetales.

2.2.2. Taxonomía

Reino: Plantae.

Subreino: Franqueahionta.

División: Spermatophyta.

Subdivisión: Magnoliophyta.

Clase: Liliatae.

Orden: Zingiberales.

Familia: Musaceae.

Género: Musa sp.

Especie: Musa paradisíaca, L.

Origen: tiene su origen en Asia meridional, siendo conocida en el Mediterráneo desde el año 650.

Planta herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas.

2.2.3. Morfología

2.2.3.1. Raíces

Son superficiales distribuidas en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayoría a los 15 a 20 cm. Son de color blanco y tiernas cuando emergen, posteriormente son duras, amarillentas.

Pueden alcanzar los 3 m de crecimiento lateral y 1,5 m de profundidad. El poder de penetración de la raíz es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (3)

2.2.3.2. Tallo

El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado.

A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.

2.2.3.3. Hojas

Muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m. de largo y hasta de medio metro de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro.

2.2.3.4. Flores

Son amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la

inflorescencia constituye el "régimen" de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada "mano", que contiene de 3 a 20 frutos.

2.2.3.5. Frutos

Siendo de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, que desarrollan una masa de pulpa comestible sin la polinización. Los 25 óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. (4)

2.1.2. Composición nutricional del plátano

Evidentemente, el plátano es una de los frutos tiernos que proporcionan más calorías, sobre las 100 por cada 100 g. Este número es mayor que las 60 calorías que nos proporcionan 100 g de manzanas; 22 que nos proporcionan cada 100 g de sandía, etc. El plátano es un fruto que realmente no engorda y el que tiene excelentes propiedades beneficiosas para el tratamiento de ciertas enfermedades. (5)

Tabla 1: valor nutricional del plátano

Nutrientes	Valor
AGUA (g)	75.7
PROTEINA (g)	1.1
CARBOHIDRATO (g)	22.2
POTASIO (mg)	420
CALCIO (mg)	8
CALORIAS	85
VITAMINA C (mg)	10
SODIO (mg)	1
FIBRA (g)	0.6

Fuente: ASCOBANTUR

2.1.3. Cáscara de plátano

Los principales componentes de la cáscara son: celulosa (25%), hemicelulosa (15%) y lignina (60%). La cáscara de plátano tiene una propiedad de adsorción. La cáscara molida tiene la capacidad para extraer iones de metales pesados del agua. La absorción de la cáscara de plátano se debe en gran parte a la lignina que son polímeros insolubles, además presenta un elevado peso molecular, que resulta la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos (cumarílico, coniferílico y sinapílico) (6).

Cerca del 95 % de los residuos que se generan del plátano no son aprovechados eficientemente por el cultivador, ya que su producción la enfoca en la comercialización o como opción alimenticia para el hogar, por lo que después de usar el fruto destina lo restante a abono para la cosecha (7).

2.1.4. Índice de madurez

El plátano después de cosechado en el estado “hecho” alcanza su estado de maduración comercial (color amarillo) a los 12 días, bajo la temperatura del ambiente (21°C y a una humedad relativa del 80%), este tiempo de maduración puede ser afectado por varios factores, entre ellos: las condiciones ambientales ocurridas durante el desarrollo del fruto en la planta.

Después de la cosecha y hasta que el fruto se torna maduro ocurren pérdidas de peso que fluctúan entre el 7 y el 20% y suceden cambios físicos y organolépticos que están relacionados con el sabor, la textura y el aroma, como consecuencia de procesos bioquímicos y metabólicos internos tanto en la cáscara como en la pulpa, así: aumento de sólidos solubles totales (°Brix); incremento de azúcares totales que en su mayoría son reductores (glucosa, fructosa, entre otros) y de ácidos orgánicos (ácido málico, principalmente); disminución del pH y del almidón; mientras que los minerales tanto de la pulpa como de la cáscara se conservan durante el proceso de maduración del fruto (2).

2.2. Pectina

La pectina ha sido definida como los ácidos pectínicos solubles en agua de grado de metilación variado que son capaces de formar geles con azúcar y ácido bajo condiciones determinadas.

Las pectinas se obtienen de materiales vegetales que tienen un alto contenido de éstas, tales como manzanas, frutas cítricas, piña, guayaba dulce, tomate de árbol, maracuyá y remolacha. Los subproductos de la industria de zumos de frutas, bagazo de manzanas y albedos de cítricos (limón, limón verde, naranja, toronja), constituyen básicamente las fuentes industriales de pectinas (8).

Tabla 1. Rendimiento de pectina.

Fruto	% Pectina
Cítricos	20 - 35%
Manzana	10 – 15%
Girasol	15 – 25%
Remolacha	10 – 20%
Maracuyá	15 - 20%

2.2.1. Uso y aplicaciones de la pectina en la industria alimentaria

Según cuántos grupos carboxílicos están esterificados en la cadena o polímero (9), se clasifican en:

Protopectinas: Si todos los carboxilos están esterificados. Éstas son insolubles en agua y se hallan en mayor cantidad en los tejidos de los frutos no maduros o verdes.

Ácidos pectínicos: Si solo una parte, pero mayoritaria de los carboxilos está esterificada. Estos compuestos son capaces de formar geles si las condiciones de sólidos solubles y pH son adecuadas. Las sales de estos ácidos se llaman pectinatos.

Pectinas: Son los ácidos pectínicos, solubles en agua caliente, con un contenido medio de éster metílico. La principal característica es su capacidad de formar geles en presencia de suficientes sólidos solubles, ácidos o iones polivalentes.

Ácidos pécticos: Estos compuestos no poseen grupos carboxílicos esterificados. Las sales de estos se denominan pectatos y reaccionan fácilmente con los iones calcio de las células para

producir compuestos insolubles en los jugos de frutas, dando un precipitado visible comúnmente en la separación de fases o abanderamiento en los néctares.

La pectina de alto metoxilo preserva a los productos lácteos de la agregación de caseína cuando se calienta a valores de pH inferiores a 4.3.

Este efecto se usa para estabilizar los yogurts líquidos y tratados con UHT y también para mezclas de leche y zumos de fruta. También estabiliza bebidas lácteas acidificadas con soja y productos basados en el trigo, donde evita la precipitación de proteínas.

En los sorbetes, helados y bolos, la pectina puede usarse para controlar el tamaño del cristal. En los bolos retiene los aromas y colores, que normalmente tienden a salir de la estructura del hielo (5).

2.2.3. Función y solubilidad

El agua es el mejor solvente para las pectinas también es soluble en formamida, dimetilformamida y glicerina caliente La pectina es insoluble en solventes orgánicos y en soluciones de detergentes cuaternarios, polímeros, proteínas y cationes polivalentes; éstos agentes se emplean para precipitar la pectina de las soluciones después de un proceso de hidrólisis por tratamiento de la materia prima (8).

Acidez: Las pectinas son neutras en su estado natural, en solución tienen carácter ácido el cual depende del medio y del grado de esterificación. El pH de las soluciones de pectina varía entre 2.8 y 3.4 como función del grado de esterificación. La pectina tiene una constante de disociación de 0.1 a 10×10^{-4} a 19°C .

Viscosidad: Las pectinas forman soluciones viscosas en agua, ésta propiedad depende del grado de polimerización de la pectina, el pH, la temperatura, la concentración y la presencia de electrolitos. En las pectinas con alto grado de esterificación, la viscosidad por efecto de su presencia aumenta al aumentar el peso molecular, los grupos laterales y la concentración de la pectina en solución. El calcio y otros iones polivalentes aumentan la viscosidad de las soluciones de pectinas y algunas pectinas de bajo metoxilo pueden gelificar si la concentración de calcio supera un cierto límite. (10)

2.2.4. Clasificación de las sustancias pécticas

- **Protopectinas:** Si todos los carboxilos están esterificados. Éstas son insolubles en agua y se hallan en mayor cantidad en los tejidos de los frutos no maduros o verdes.
- **Ácidos pectínicos:** Si solo una parte, pero mayoritaria de los carboxilos está esterificada. Estos compuestos son capaces de formar geles si las condiciones de sólidos solubles y pH son adecuadas. Las sales de estos ácidos se llaman pectinatos.
- **Pectinas:** Son los ácidos pectínicos, solubles en agua caliente, con un contenido medio de éster metílico. La principal característica es su capacidad de formar geles en presencia de suficientes sólidos solubles, ácidos o iones polivalentes.
- **Ácidos pécticos:** Estos compuestos no poseen grupos carboxílicos esterificados. Las sales de estos se denominan pectatos y reaccionan fácilmente con los iones calcio de las células para producir compuestos insolubles en los jugos de frutas, dando un precipitado visible comúnmente en la separación de fases o abanderamiento en los néctares (11)

2.2.5. Poder de gelificación en geles de pectina.

Para las pectinas con alto metoxilo, se considera que a un pH de 3.4 por lo menos un 40% de los ésteres metílicos están desesterificados y por lo tanto será difícil lograr la formación de un gel estable con presencia de concentraciones de 65% de azúcares. Un exceso en la concentración del azúcar puede producir cristalización en el almacenamiento. En el caso de las pectinas de bajo metoxilo, los geles son menos rígidos y se pueden trabajar con menos sólidos solubles, no dependen tanto del pH, de hecho, se pueden obtener buenos geles entre valores de pH de 2.5 y 6.5, pero requieren calcio en una concentración adecuada que varía entre 0.01 y 0.1% p/p en base húmeda. Una mayor concentración de calcio puede conducir una sinéresis excesiva. Un gel de pectina puede considerarse como un sistema en el cual el polímero está en una forma entre completamente disuelto y precipitado. Segmentos de la cadena molecular están juntos por cristalización limitada para formar una red tridimensional, en la cual el agua, el azúcar y otros solutos se mantienen. (9)

Longitud de las cadenas: Determina la consistencia del gel y está por lo tanto íntimamente relacionada con el poder gelificante.

Peso molecular: El peso molecular de la pectina, relacionado con la longitud de la cadena, es una característica muy importante de la que dependen la viscosidad de sus disoluciones y su comportamiento en la gelificación de las jaleas. La determinación cuidadosa del peso molecular es difícil, parcialmente debido a la extrema heterogeneidad de las muestras y a la tendencia de las pectinas a agregarse, aún bajo condiciones no favorables a la gelación. Los pesos moleculares de pectinas y su distribución fueron estudiados sistemáticamente por viscosimetría y determinaron que los pesos moleculares variaban de 20000 a 300000 (12).

Acción de las bases: La adición de hidróxido de sodio permite obtener primero las sales ácidas, luego los pectinatos neutros y después ocurre el fenómeno de demetoxilación o sea rompimiento de los ésteres metílicos. Los grupos éster pueden ser separados de la molécula aun a baja temperatura, sin depolimerización.

Acción de los ácidos: Solubilizan la protopectina, por esta razón se emplea medio ácido controlado en los procesos de extracción de la pectina; aceleran la separación de los metoxilos, si su efecto se continúa se afectan los enlaces glicosídicos 1 – 4 y se pueden romper, y a un pH fuertemente ácido, temperaturas altas y tiempos largos, se presenta la decarboxilación con formación de CO₂ y furfural [17]. A bajas temperaturas predomina la saponificación y altas temperaturas la depolimerización (13).

Acción de las enzimas: Sobre las pectinas pueden actuar la pectinmetilesterasa (PME) y la poligaractunosa (PG). La primera ataca a los grupos carboxilo esterificados con metanol liberando los grupos ácidos y el metanol, y la PG ataca las uniones de las unidades de ácido galacturónicos disminuyendo el peso molecular, cambiando así todas las propiedades que dependen de éstas características. Las enzimas pectinolíticas son producidas por hongos y bacterias, para fabricar industrialmente pectinas con características especiales. Se han desarrollado enzimas que son capaces de degradar las conchas de las diferentes frutas para la separación de la pectina, entre éstas está la endopoligalacturonasa producida por el hongo *Aspergillus niger* que degrada con alta eficiencia las cáscaras, logrando liberar un alto porcentaje de material péctico (14).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizó en la Finca Experimental “La María”, en el laboratorio de Bromatología, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme.

3.2. Condiciones Meteorológicas.

4. Las condiciones meteorológicas donde se desarrolló la presente investigación se detallan en el Cuadro 2.

Tabla 2. Condiciones meteorológicas de la Finca Experimental “La María” UTEQ – FCP 2016.

Datos Meteorológicos	Valores Promedios
Temperaturas °C	24.60
Humedad relativa (%)	78.83
Heliofania (horas, luz, año)	743.50
Precipitación (mm anual)	2229.50
Evaporación (cm ³ anual)	933.60
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical (bh-T)

Fuente: Estación Meteorológicas del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (2016).

3.2. Materiales, material de estudio es la cáscara de plátano.

3.2.1. Equipos

- Balanza eléctrica OAKLON
- Estufa
- Potenciómetro OAKLON
- Centrifuga

- Plancha calentadora
- Viscosímetro
- Agitador
- Refractómetro

3.2.2. Materiales

- Matraz
- Vaso de precipitación
- Cuchillos
- Lienzo

3.3. TIPO DE INVESTIGACION.

Se aplicó un diseño experimental; ya que es un estudio que prueba la relación causa efecto entre las variables propuestas, es decir se requiere de la práctica para determinar la formulación óptima, mediante la aplicación de los diferentes tratamientos.

3.4 . METODOS DE INVESTIGACION.

En la presente investigación los métodos utilizados son los siguientes:

3.4.1. Método inductivo – deductivo:

Se aplicó este tipo de investigación, ya que se parte de un problema hacia una posible solución, el mismo que nos permitió obtener una tecnología adecuada para la extracción de pectina de la cáscara de plátano de dos variedades con dos índices de madurez. Quevedo 2016

3.4.2. Métodos estadísticos:

Con la ayuda de un software, se cuantificó, tabuló y ordenó los datos obtenidos mediante análisis, los mismos que permitieron encontrar los resultados.

3.4.3. Técnicas de investigación.

En la presente investigación de extracción de pectina de la cáscara de plátano de dos variedades con dos índices de madurez. Quevedo 2016, se utilizó las siguientes fuentes:

- ❖ Consultas directamente a la fuente: Expertos
- ❖ Investigación en el laboratorio
- ❖ Revisión bibliográfica

❖ Internet

3.5. Diseño experimental

Se aplicará un diseño completamente al azar A*B con cinco repeticiones; para determinar diferencias entre factores e interacciones se empleará la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.5.1. Factores estadísticos

Los factores a estudiar son los siguientes:

Tabla 3. Formulación de tratamientos

Tratamiento	Codificación	Descripción
T1		Pectina comercial
T2	v1 e1	Hartón + Verde
T3	v1 e2	Hartón + Pintón
T4	v2 e1	Dominico + Verde
T5	v2 e2	Dominico + Pintón

** T1 testigo: Pectina comercial; v= Variedad; e = Estado de maduración

3.5.2. Análisis estadístico

A continuación, se presenta el esquema del AVEDA.

Tabla 4. Esquema del ADEVA y su superficie de respuesta

Tratamientos	Fuente de variación (FV)	
Tratamiento	(t- 1)	4
Factor A	(a - 1)	1
Factor B	(b - 1)	1
Interacción	(a-1)(b-1)	1
E. Experimental	t (b - 1)	20
Total	t. r.- 1	24

3.5.3. Modelo matemático

Las fuentes de variación para este ensayo se efectuaron con un modelo de experimentación simple cuyo esquema es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + \beta_j + a*\beta_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

y_{ijk} = El total de una observación

μ = Valor de la media general de la población

a_i = Efecto “i-esimo” del factor A

β_j = Efecto “j-esimo” del factor B

$a*\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor A por el factor B

ϵ_{ijkl} = Efecto del error experimental

3.6. Mediciones experimentales.

Análisis bromatológicos

- Rendimiento
- Humedad: Técnica para la determinación de humedad Lab. de bromatología UTEQ-2016.
- Cenizas: Técnica para la determinación de cenizas Lab. de bromatología UTEQ-2016.
- Acidez: Técnica para la determinación de proteína Lab. de bromatología UTEQ-2016.

3.7. Análisis de perfil sensorial

Par validar la aceptación de los tratamientos se evaluará las principales características internas y externas tales como:

- Para la valoración del sabor en la presente investigación se utilizó el método de Prueba de Escalas y Categorías, escala C (Norma Técnica Colombiana- NTC 3929, 2009).
- Para la valoración del aroma en la presente investigación se utilizará la Guía de Evaluación Sensorial de alimentos peruana IIN, 2007.

- Para la valoración del color en la presente investigación se utilizó la Guía de Evaluación Sensorial de alimentos peruana IIN, 2007.
- Para la valoración de la textura en la presente investigación se utilizó la Guía de Evaluación Sensorial de alimentos peruana IIN, 2007.

3.8. Procedimiento experimental

3.8.1. Recolección de materia prima.

Se recogerán muestras de cascaras de plátano en diversos establecimientos de producción de patacones y demás subproductos, un total de 24kg aproximadamente.

3.8.2. Pelado.

Se removerán los excesos de pulpa presentes en la cascara para evitar residuos en el producto final.

3.8.3. Inactivación de enzimas.

Se desactivarán las enzimas pécticas presentes en la cascara calentando hasta ebullición durante 15 minutos. Esto evita que la muestra se madure mientras se realizan los diferentes ensayos experimentales para obtener la pectina.

3.8.4. Hidrolisis.

Se realizará en una estufa con baño de maría y control automático de temperatura a los diferentes tratamientos planteados y con agitación manual durante 60 minutos.

3.8.5. Precipitación.

Se usará un volumen al 60% de etanol con respecto a la solución obtenida en el proceso de hidrolisis para lograr el precipitado de la pectina.

3.8.6. Filtración.

El proceso de filtrado a nivel de laboratorio es muy lento, por tanto, se usará una centrifuga para acelerar el proceso.

3.8.7. Secado y trituración.

La pectina húmeda se secará en estufa a 40 °C, durante 12 horas. La masa sólida resultante se triturará mediante un mortero.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados e interpretación de los análisis físicos y químicos.

En base a los valores emitidos por la Tabla 5, los parámetros de humedad, acidez, ceniza y rendimiento de cada uno de los tratamientos establecidos en la investigación indican:

4.1.1. Humedad.

En el caso de la humedad en del factor A no reporto diferencia estadística entre la pectina de la variedad hartón y dominica, los promedios son iguales; el factor B tiene diferencia estadística significativa entre ellos con un valor 4.47 - 4.77 % de humedad de la pectina del estado verde y maduro. Entre las interacciones no hubo diferencias significativas entre ellas solo diferencias numéricas el mayor valor de 4.82 % que registro la pectina de variedad hartón en estado maduro y con menor valor la pectina de la variedad hartón es estado verde; la humedad promedio de los tratamientos es 4.64 % con lo que se acerca a la humedad de la pectina comercial que registro un valor de 4.72 % y por muy debajo de lo que reporta (15), quien manifiesta que la humedad fue de 7.5 % a 70 °C de secado en pectina de limones; y son comparables también con lo reportado por (1) quien manifiesta que la humedad esta entre 10.62 % a un pH 2,0 y 3,0 respectivamente

4.1.2. Acidez

En el caso de la acidez en del factor A no reporto diferencia estadística entre la pectina de la variedad hartón y dominica, los promedios son iguales con valores de 1.76 – 1.74 % de acidez; el factor B no presento diferencia estadística significativa entre ellos solo diferencias numéricas con valores 1.78 – 1.72 % de acidez de la pectina del estado verde y pintón. Entre las interacciones si presentaron diferencias significativas entre ellas siendo el valor más alto de 2.60 % en la pectina del dominico en estado pintón y el más bajo 1.46 % que registro la pectina de variedad dominico en estado verde; la acidez promedio de los tratamientos es 1.82 % con lo que se acerca valor de la acidez de la pectina comercial que registro un valor de 1.72%. Con lo que manifiesta (8) que la acidez fluctúa entre 1.72 – 1.96 en una investigación similar de extracción de pectina en cascara de plátano.

4.1.3. Ceniza

En la variable de ceniza en del factor A no reporto diferencia estadística entre la pectina de la variedad hartón y dominica, pero si diferencias numéricas con valores de 1.24 – 1.26 % de cenizas; el factor B tampoco presento diferencia estadística significativa entre ellos son totalmente iguales con un valor de 1.20 % de ceniza de la pectina del estado verde y maduro. En las interacciones no hubo diferencias significativas entre ellas solo diferencias numéricas el mayor valor de 1.24 % que registro la pectina de variedad hartón en estado verde y pintón, con menor valor la pectina de la variedad dominica es estado verde y pintón; la ceniza promedio de los tratamientos es 1.18 % con lo que se acerca a la ceniza de la pectina comercial que registro un valor de 1.14 % y por muy debajo de lo que reporta (8) con una cantidad de ceniza del 3.5% esto debido a los minerales que contiene la cascara de plátano.

4.1.4. Rendimiento

En el caso del rendimiento en del factor A no reporto diferencia estadística entre la pectina de la variedad hartón y dominica, solo diferencias numéricas con 13.99 – 18.44 % de rendimiento; el factor B tampoco hubo diferencia estadística significativa entre ellos con un valor 13.99 – 18.44 % de rendimiento de la pectina del estado verde y maduro y lo que indica que fueron iguales entre factores A y B. Entre las interacciones no hubo diferencias significativas entre ellas solo diferencias numéricas el mayor valor de 18.68 % que registro la pectina de variedad dominico en estado maduro y con menor valor la pectina de la variedad hartón es estado verde con 13.32 %; el rendimiento promedio de los tratamientos es 16.21 % y que está dentro del parámetro reportado por (8) que registra un límite de 7,53 – 23.06 % de rendimiento lo que indica que hay altos contenidos de pectina en la cascara de plátano; comparando con cascara de naranja quien reporto (16) que obtuvo en un 49,95 % lo que indica que la cascara de naranja contiene más pectina que la cascara de plátano. (8) Quien manifiesta que en la extracción de pectina obtuvo un 18 % p/p un pH de 1.5 a una temperatura de 60 °C. Con lo que corrobora (17) que el rendimiento promedio de pectina obtenido fue del 18,45 % al usarse como extractante $H_3PO_4-(NaPO_3)$.

Tabla 5. Promedios en los parámetros: humedad (%), acidez (%) Ceniza Y rendimiento.

TRATAMIENTOS	HUMEDAD	ACIDEZ	CENIZA	RENDIMIENTO
FACTOR A				
1	4,60 ^a	1,74 ^a	1,24 ^a	13,99 ^a
2	4,64 ^a	1,76 ^a	1,16 ^a	18,44 ^a
FACTOR B				
1	4,47 ^a	1,72 ^a	1,20 ^a	13,99 ^a
2	4,77 ^b	1,78 ^a	1,20 ^a	18,44 ^a
INTERACCIONES				
T1	4,72 ^a	1,56 ^b	1,14 ^a	0
T2	4,38 ^a	1,98 ^b	1,24 ^a	13,36 ^a
T3	4,82 ^a	1,50 ^a	1,24 ^a	18,20 ^a
T4	4,56 ^a	1,46 ^a	1,16 ^a	14,62 ^a
T5	4,72 ^a	2,60 ^b	1,16 ^a	18,68 ^b
PROMEDIO	4,64	1,82	1,18	16,21
CV	5,82	13,03	7,45	5,20

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente= a,b,c

4.2. Resultados sensoriales de la mermelada de piña con pectina de plátano.



Figura 1: Resultados Sensoriales de la Mermelada de Piña con la Utilización de Pectina de Plátano.

Los resultados parámetros generales organolépticos de los cinco tratamientos de la investigación se presentan en la Figura 1, donde se presentan una telaraña marcada la intensidad de los indicadores de sabor de la mermelada a piña, color amarillo de la mermelada, textura de la mermelada y la aceptación por parte de los diez panelistas semientrenados que realizaron los análisis.

Donde demuestra en forma general el mayor sabor lo presenta el T5, el mejor aroma lo presenta el T3, el mejor color lo presenta el T1, la mejor textura lo presenta T4 y la mejor aceptación lo presenta el T3.

4.2.1. Aroma.

En la gráfica 1 muestra los resultados emitidos por los catadores, al evaluar el olor de la mermelada de piña con la utilización de pectina de plátano la escala previamente establecida (Figura 2), la intensidad del olor a piña que más predominó fue la del tratamiento T3 con 8.24 seguido por el T2 con 7.81 y la intensidad más baja presentó el tratamiento T5 con 5.96 y el testigo que es el T1 con 7.72 de escala

De acuerdo a los niveles emitidos por los panelistas, se deduce que las mermeladas obtuvieron una alta intensidad de aroma a piña, esta característica se puede dar por la intensidad de aroma de la fruta utilizada.

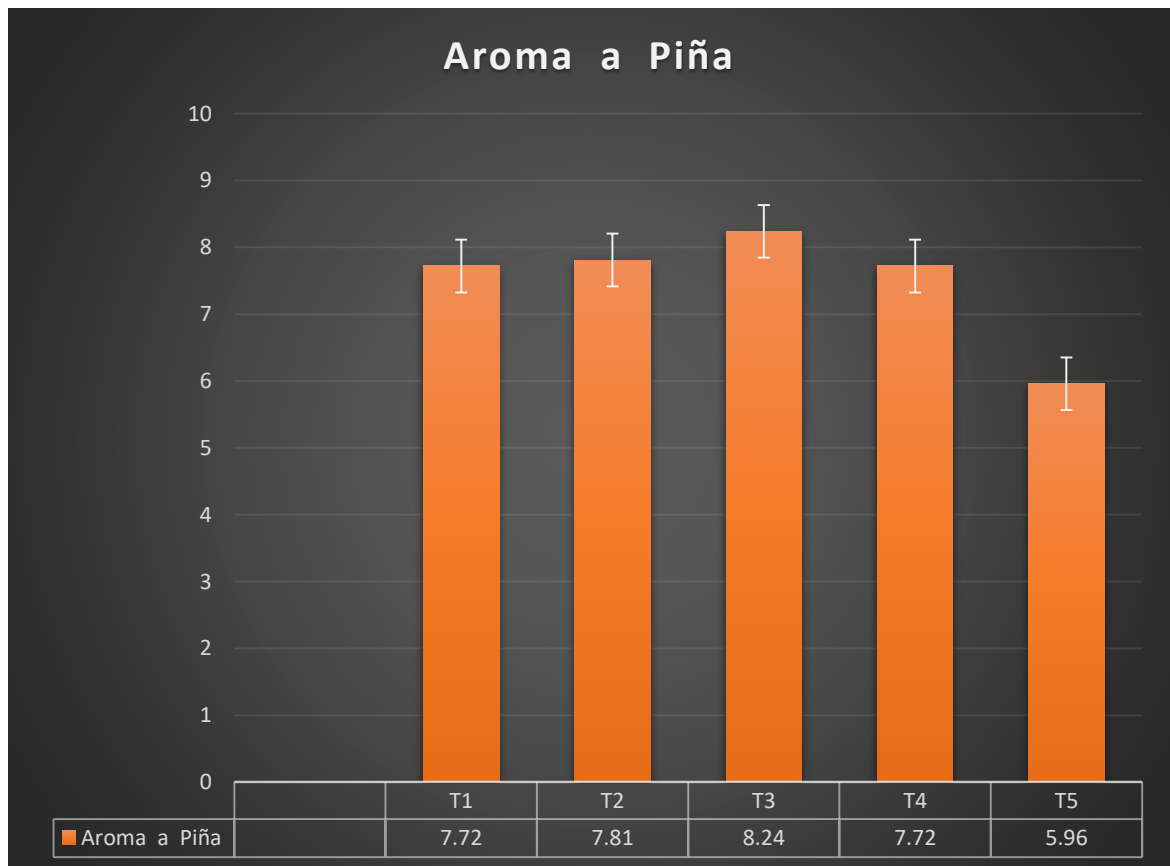


Figura 2. Promedios registrados en la variable: aroma a piña en la utilización de la pectina de cascara de plátano en la elaboración de mermelada.

4.2.2. Sabor.

En la gráfica 1 muestra los resultados emitidos por los catadores, al evaluar el sabor de la mermelada de piña con la utilización de pectina de plátano la escala previamente establecida (Figura 3), la intensidad del sabor a piña que más predominó fue la del tratamiento T5 9.53, seguido por el T3 con 9.03 y la intensidad más baja presentó el tratamiento T1 con 7.8, siendo el testigo de menor intensidad que es el T1.

De acuerdo a los niveles emitidos por los panelistas, se deduce que las mermeladas obtuvieron una alta intensidad de sabor a piña, esta característica se puede dar por la intensidad de aroma de la fruta utilizada. Además, la norma Técnica Ecuatoriana (INEN 415) indica que el sabor de las mermeladas debe ser característicos del producto. Según (18), manifiesta que el sabor es el atributo más complejo de los alimentos, ya que combina tres propiedades: el olor, el aroma, y el gusto, por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad.

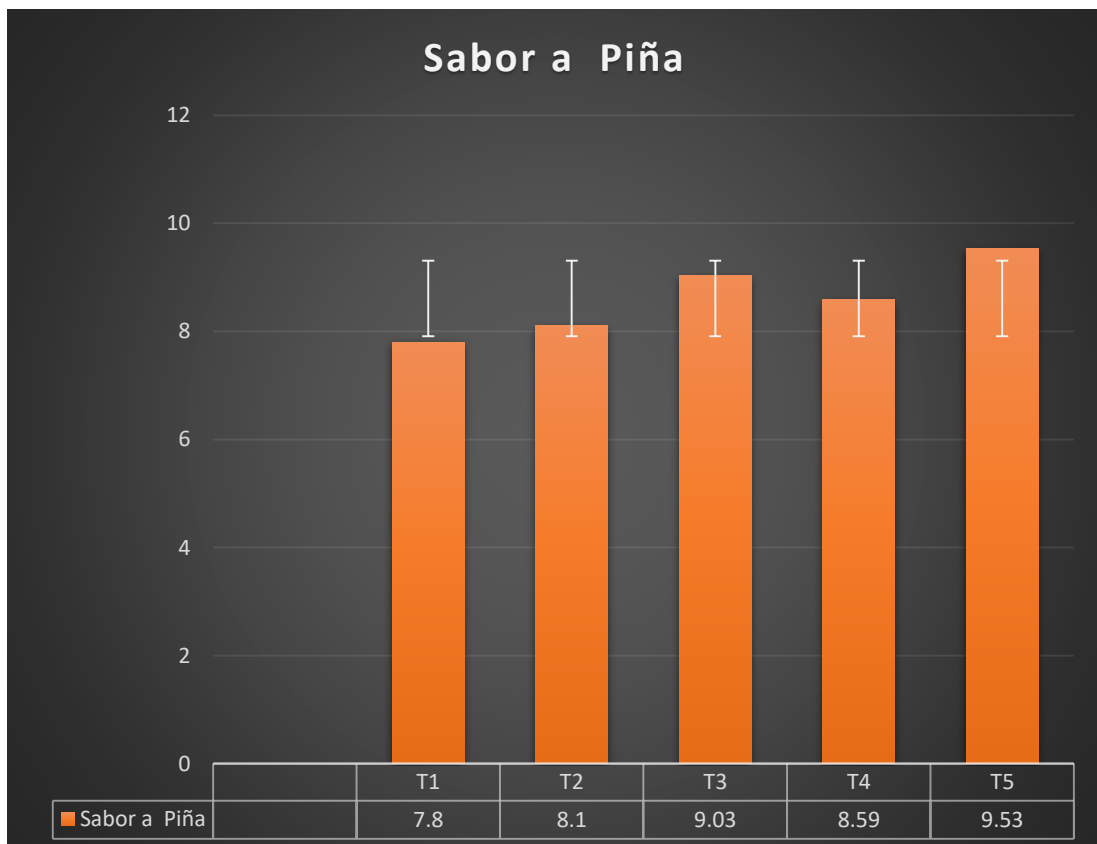


Figura 3. Promedios registrados en la variable: sabor a piña en la utilización de la pectina de cascara de plátano en la elaboración de mermelada.

4.2.3. Color.

En la evaluación de los valores de color amarillo de la mermelada, los panelistas en base a la escala previamente establecida (Anexo 1), se evidencia en la Figura 4, que los tratamientos T1, presento mayor intensidad de color amarillo en la mermelada seguida del T3, con una intensidad amarilla moderada, y el T2 con la menor intensidad de color.

Se deduce que las mermeladas presentaron color amarillo, la intensidad del mismo en los tratamientos antes mencionado se debe al color característico de la piña, esto indica que al mesclar con azúcar la fruta tiene efectos positivos sobre el color como indica (19), además según (20), manifiesta que el ácido cítrico también le proporciona a la mermelada un brillo que da un mejor color.

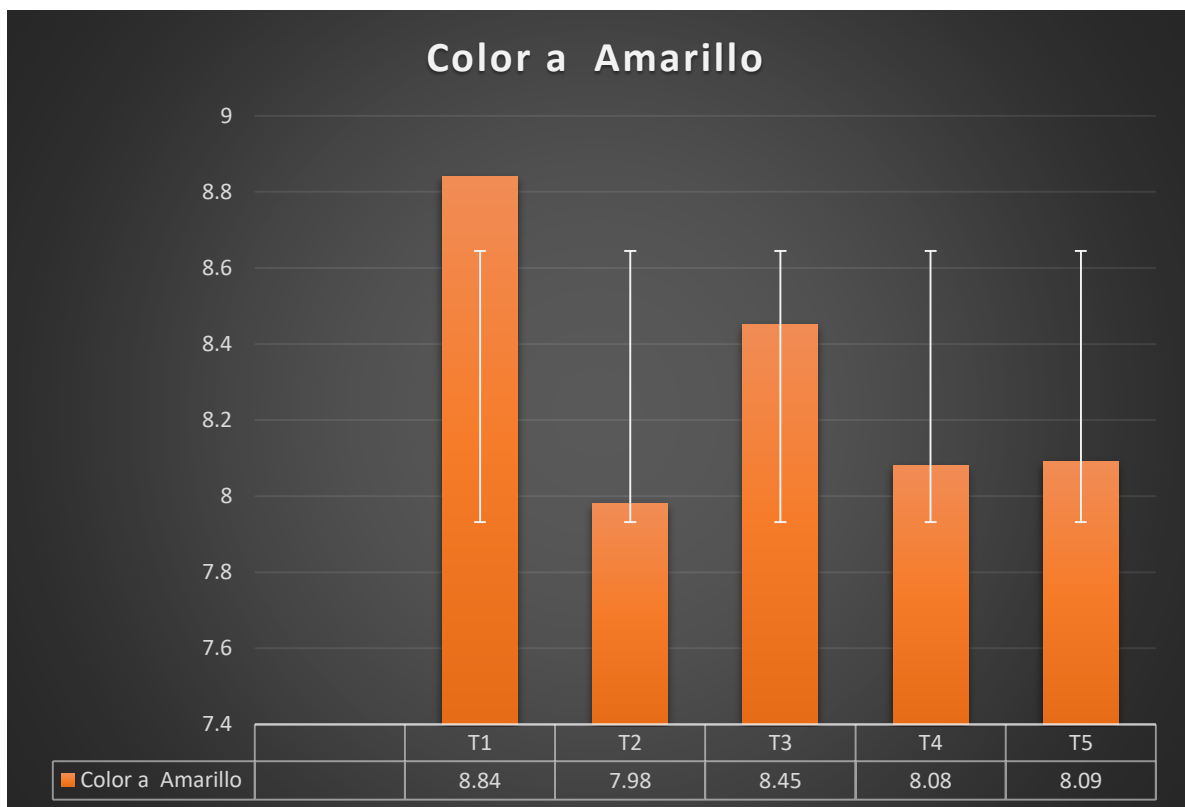


Figura 4. Promedios registrados en la variable: color amarillo en la utilización de la pectina de cascara de plátano en la elaboración de mermelada de piña.

4.2.4. Textura.

En la evaluación de los valores de textura de la mermelada, los panelistas en base a la escala previamente establecida (Anexo 1), se evidencia en la Figura 5, que los tratamientos T4, presento mayor textura en la mermelada seguido del T2, con una pequeña diferencia de espesor, y el T5 con la menor textura en la mermelada.

Como resultado de esta investigación en la textura se obtuvo un producto pastoso con una consistencia, logrando una adecuada gelificación en la que se puede afirmar que, coincidentemente con lo expresado por (21), el tipo de gelificante y su concentración no son los únicos factores que afectan la textura de un producto. Las condiciones de cocción, el azúcar y el agua durante el proceso pueden jugar un importante rol en la estructura del producto.

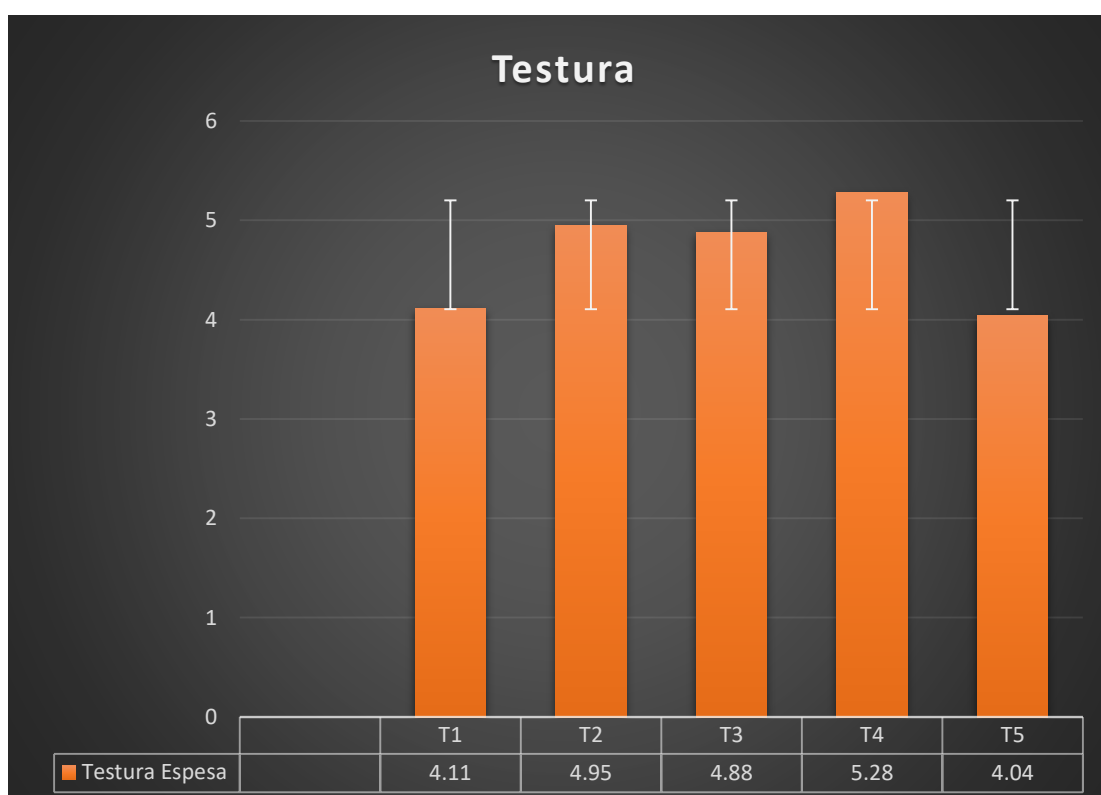


Figura 5. Promedios registrados en la variable: textura en la utilización de la pectina de cascara de plátano en la elaboración de mermelada de piña.

4.2.5. Aceptabilidad.

Al evaluar la aceptabilidad de las mermeladas, en la cual los panelistas indicaron subjetivamente que todos tratamientos son aceptables siendo el más aceptable el T3 (mermelada con pectina de cascara de plátano hartón pintón, seguido del testigo T1 (mermelada con pectina comercial) y el menos aceptable el T2 (mermelada con pectina del cascara de plátano hartón verde).

Con lo que indican que la mermelada con pectina de hartón pintón es la más aceptable ya que obtuvo mayor porcentaje de aceptabilidad que las otras y mayor que la pectina comercial, lo que indica la figura 6.

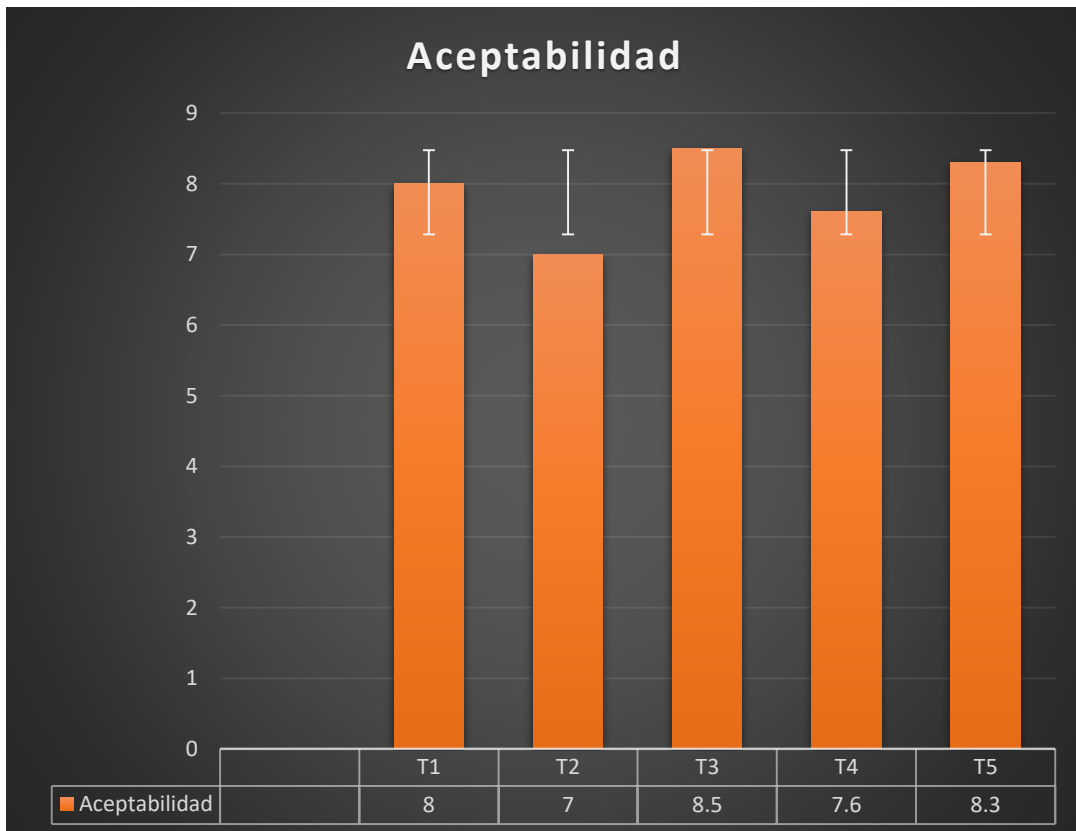


Figura 6. Promedios registrados en la variable: Aceptabilidad en la utilización de la pectina de cascara de plátano en la elaboración de mermelada de piña.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Se obtuvo pectina de la cascara de plátano hartón y dominico en estado verde y pintón con lo que se obtuvo mayor rendimiento la pectina extraída de la cascara de plátano dominico en estado pintón con un 18.68 %, seguido de la pectina de cascara de plátano hartón en estado pintón con 18.20 %, lo que indica que los rendimientos son casi similares con una pequeña variación, pero el estado pintón existe mayor cantidad de pectina.
- Las variedades en estudio pectina de plátano hartón y dominico y los estados de madures verde y pintón, los datos de los análisis realizados en las variables humedad y cenizas no hubo diferencias estadísticas con un promedio de humedad 4,64 % y de ceniza 1.18 %, pero en las variables de rendimiento y pH si hubo diferencias estadísticas, con un promedio en rendimiento de 16,21% y de acidez 1,82 %.
- El mejor tratamiento seleccionado por los catadores es el tratamiento tres (mermelada elaborada con pectina de la cascara de plátano de hartón en estado pintón), presentando una mermelada con características aceptables en las variables sensoriales; aroma, sabor, color a piña y una textura gelificada y una excelente aceptabilidad

5.2. Recomendaciones.

- Extraer pectina del plátano hartón y dominico en estado maduro ya que en estado pintón tubo la mejor característica en rendimiento, y utilizar otro método de extracción ya que en otras investigaciones mejoran sus rendimientos con otros métodos.

- Extraer pectina de la cascara de plátano en forma industrial ya que en la actualidad la industria chiflera desecha todo la cascara de plátano y no de le da un valor agregado a este desecho convirtiéndose en un daño a el ambiente creando contaminación con su descomposición.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

5.1. Bibliografía

1. R. Vasquez, L. Ruesga, R. D'addosio, G. Páez y M. Marín. Extracción de pectina a partir de la cáscara de plátano (Musa AAB, subgrupo plátano) clon Hartón. 2008;(318-333).
2. Arteaga E. DISEÑO DE UNA MICROEMPRESA PRODUCTIVA Y DE COMERCIALIZACIÓN DE EMPANADAS DE VERDE EN LA CIUDAD DE. In. Quito; 2012.
3. Herrera M, Colonia L. MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PLÁTANO. In. Perú; 2011.
4. Vélez M. "REACCIÓN DE DIEZ CULTIVARES DE Musa spp. AL ATAQUE DE PICUDO NEGRO (Cosmopolites sordidus Germar) DURANTE EL PRIMER AÑO DE ESTABLECIMIENTO". In. Santo Domingo; 2011.
5. Orozco A, Picón J. PLAN DE EXPORTACIÓN DE HARINA DE PLATANO DE LA EMPRESA BRITO VACA CIA. LTDA. MOLINO EL FENIX DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA AL MERCADO DE ESTADOS UNIDOS CIUDAD DE MIAMI FL. In. Riobamba; 2011.
6. URIEL LUNA MLPKRK. CARACTERIZACIÓN FISICA Y QUIMICA DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO, PARA LA ELIMINACIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN AGUAS PROVENIENTES DE POZOS PROFUNDOS. Mexico.
7. MOREIRA K. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA CÁSCARA DE BANANOS (MUSA PARADISIACA) Y PLÁTANOS (MUSA SAPIENTUM) PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO. Guayaquil;; 2013.
8. Cabarcas E GAC. EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA APARTIR DE CÁSCARAS DE PLÁTANO PARA DESARROLLAR UN DISEÑO GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN. Cartagena de Indias;; 2012.
9. Cabarcas E,GA,HC,&AMMTD. Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción. Cartagena: Universidad de Cartagena, Doctoral dissertation; 2012.
10. CABARCAS E GAC. EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE CÁSCARAS DE PLÁTANO. Cartagena de Indias;; 2012.
11. Guerra A. EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA APARTIR DE CÁSCARAS DE PLÁTANO PARA DESARROLLAR UN DISEÑO GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN; 2012.
12. Owens HS,MJC,&MWD. Distribution of molecular weights of pectin propionates. , 3(4), 277-291. Journal of colloid science. 1948 August ; 3(4).
13. Sinclair WB. biochemistry and physiology of the lemon and other citrus fruits. , Division of Agriculture and Natural Resources. Division of Agriculture and Natural Resources. ed. California Uo, editor. California: Information Systems Division, National Agricultural Library; 1984.

14. J.C. CONTRERAS-ESQUIVEL LBRJCMS. EXTRACCIÓN ENZIMÁTICA DE PECTINA DE MANGO; 203.
15. Espinoza Grunauer CC. Influencia del Secado sobre la Captación de Agua de Pectina Extraída a partir del Citrus x Aurantifolia Swingle (Bachelor's thesis Spol , editor.; 2009.
16. Cerón-Salazar I,&CAC. Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cáscara de naranja. Ingeniería y ciencia. 2011; 7(13).
17. Páez G,MM,MZ,&FJ. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (Passiflora edulis f. flavicarpa Degener). Revista de la Facultad de Agronomía. 2005; 22(3).
18. ANZALDUA MA. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica Chihuahua UAd, editor. México: Facultad de Ciencias Químicas; 2005.
19. BRIDGET J..Jaleas y mermeladas. Primera ed. España: Paidotribo; 2001.
20. CUBERO N, MONTERRER A, y VILLALTO J. Aditivos alimentarios. Mundi-Prensa ed. Madrid;; 2002.
21. CHAO-CHI CHUAN G, AN-I Y..Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cakes. Journal of Food Engineering. 2006; 74(3).
22. Olga R. CARACTERIZACION FISICA Y QUIMICA DE PLATANOS DE POSTRES Y COCCION CULTIVADOS EN MEXICO. MEXICO;; 2012.
23. Olga R. CARACTERIZACION FISICA Y QUIMICA DE PLATANOS DE POSTRES Y COCCION CULTIVADOS EN MEXICO. Mexico;; 2012.
24. MOREIRA K. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA CÁSCARA DE BANANOS (MUSA PARADISIACA) Y PLÁTANOS (MUSA SAPIENTUM) PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO. Guayaquil;; 2013.
25. Moreira K. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA CÁSCARA DE BANANOS. México;; 2013.
26. Cabarcas E GAHC. EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE CÁSCARAS DE PLÁTANO. Cartagena de Indias ;; 2012.
27. Esteban C AGCH. EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE CÁSCARAS DE PLÁTANO. Cartagena de Indias ;; 2012.
28. Cabarcas E GAHC. EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PECTINA A PARTIR DE CÁSCARAS DE PLÁTANO. Cartagena delindias ;; 2012.
29. Mejía L. EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO y QUIMICO POSCOSECHA DEL PLATANO DOMINICO HARTON (MUSA AAB SIMMONDS) CULTIVADO. In. Santa Fe de Bogotá; 2013.

30. Moreira C. "EFECTO DE LA DIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN EL CULTIVO DE MUSÁCEAS COMO MEDIDA DE CONTROL DE SUS PROBLEMAS FITOSANITARIOS". In. Quevedo; 2015.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

ANEXO 1. MODELO DE FICHA PARA EVALUACIÓN SENSORIAL

FECHA:

NOMBRE:

Instrucciones

- Escriba el código de la muestra sobre la línea
- Pruebe la muestra las veces que sea necesario e indique las características Marcando con una X

COLOR		CODIGO		
		AMARILLO		
		BLANCO		
		NEGRO		
TEXTURA		BLANDA		
		SEMIBLANDO		
		DURA		
SABOR		PIÑA		
		PLATANO		
		OTROS		
AROMA		PIÑA		
		PLATANO		
		OTROS		
ACEPTABILIDAD		ACEPTABLE		
		LE AGRADA		
		NO LE AGRADA		

Observaciones:.....

Anexo 2. Norma INEN

Historiano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

Norma Técnica Ecuatoriana	CONSERVAS VEGETALES JALEA DE FRUTAS REQUISITOS	INEN 415 Primera revisión 1988-05
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir la jalea de frutas.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGIA</p> <p>2.1 Jalea de frutas. Es el producto obtenido por cocción de jugo o extracto acuoso extraído a partir del ingrediente de fruta, como se define en el numeral 2.2, y clarificado por filtración o por algún otro medio mecánico; mezclado con azúcares, otros ingredientes permitidos y concentrado hasta obtener la consistencia adecuada.</p> <p>2.2 Ingrediente de fruta. Es el producto preparado a partir de:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Fruta fresca, congelada, concentrada y/o diluida o conservada por algún otro método permitido.b) Fruta sana, comestible, que está recortada, clasificada, o tratada por algún otro modo para eliminar las materias inconvenientes.c) Eliminando la totalidad o, prácticamente, la totalidad de los sólidos insolubles, y que pueden concentrarse por la eliminación de agua. <p>2.3 Consistencia adecuada. Es la que presenta la jalea cuando:</p> <ul style="list-style-type: none">a) al efectuar un corte, las paredes de ésta quedan lisas y definidas,b) presentar elasticidad al tacto,c) mínima tendencia a adherirse al instrumento con el cual se corta,d) ser fácilmente untable. <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 El producto, como la materia prima usada para elaborarlo, cumplirá con lo especificado en la Norma INEN 405 "Conservas vegetales. Requisitos generales".</p> <p>3.2 Otras definiciones empleadas en esta Norma constan en la Norma INEN 377.</p> <p>3.3 La materia prima utilizada para elaborar la jalea debe corresponder a las variedades comerciales para conserva que respondan a las características del fruto de:</p>		

NOMBRE VULGAR**NOMBRE CIENTIFICO**

Mora	Rubus spp.
Piña	Anana sativa o comosus
Naranja	Citrus Cimensis o aurantium
Durazno	Prunus pérsica
Guayaba	Psidium guayaba L.
Membrillo	Cydonia vulgaris

3.4 La jalea debe ser elaborada con 45 partes en masa del ingrediente de fruta original por cada 55 partes en masa de los edulcorantes mencionados en el numeral 4.3.5.

4. REQUISITOS

4.1 La materia seca total de la mermelada debe ser, por lo menos 3% más elevada que los azúcares totales como sacarosa ensayada de acuerdo con la norma ecuatoriana correspondiente (ver INEN 382).

4.2 El producto estará exento de sustancias colorantes, saborizantes y aromatizantes artificiales y naturales extrañas a la fruta.

4.3 Se podrá añadir al producto las siguientes sustancias:

4.3.1 Pectina, en la proporción necesaria de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

4.3.2 Ácido cítrico, L-tartárico o málico, solos o combinados, en las cantidades necesarias para ayudar a la formación del gel, de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

4.3.3 Conservantes: Benzoato sódico, ácido sórbico o sorbato potásico solos o combinados, sin exceder del límite indicado en la Tabla 1.

4.3.4 Antioxidantes. Ácido ascórbico en la proporción indicada en la Tabla 1.

4.3.5 Endulcorantes. Azúcar refinado, azúcar invertido, dextrosa o jarabe de glucosa. No se permite el uso de edulcorantes artificiales.

4.3.6 Antiespumantes permitidos, No más de la cantidad necesaria para inhibir la formación de espuma, de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

4.4 La jalea presentará un color translúcido brillante característico de la variedad o variedades de fruta empleada, distribuido uniformemente en toda su masa, y libre de coloraciones extrañas por oxidación, elaboración defectuosa, enfriamiento inadecuado u otras causas. Podrá aceptarse una leve turbidez.

4.5 El color y sabor serán los característicos del producto, con ausencia de olores y sabores objetables.

4.6 El producto debe estar exento de materias vegetales extrañas inócuas, tierra y otras sustancias objetables.

4.7 El producto debe estar exento de almidones, féculas y otros gelificantes que no sea la pectina.

4.8 La jalea cumplirá, además, con lo especificado en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos de la jalea de frutas

CARACTERISTICAS	UNIDAD	MIN.	MAX.	METODO DE ENSAYO
Sólidos solubles (a 20°C)	% m/m	65	-	INEN 380
pH	-	2,8	3,5	INEN 389
Acido ascórbico	mg/kg	-	500	INEN 384
Dióxido de azufre	mg/kg	-	100	*
Benzoato sódico, ácido sórbico, sorbato potásico solos o combinados	mg/kg	-	1 000	*
Mohos	% campos positivos	-	30	INEN 386
Cenizas	% m/m	-	**	INEN 401

* Hasta que se elaboren las Normas INEN correspondientes, se aplicarán las Normas Internacionales que recomienda la autoridad competente.
** Ver apéndice Y

4.9 El producto debe presentar ausencia de microorganismos osmófilos y xerófilos por gramo de producto en condiciones normales de almacenamiento, y no deberá contener ninguna sustancia originada a partir de microorganismos en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud (ver INEN 1 529).

5. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

5.1 **Envase.** Los envases para la jalea deberán ser de materiales resistentes a la acción del producto, que no alteren las características organolépticas, y no cedan sustancias tóxicas.

5.1.1 El producto deberá envasarse en recipientes nuevos y limpios, de modo que se reduzcan al mínimo las posibilidades de contaminación posterior y de alteración microbiológica.

5.1.2 El llenado debe ser tal, que el producto ocupe no menos del 90% de la capacidad total del envase (ver INEN 394).

Anexo 3. Fotografías del Experimento

RECEPCION DE LA MATERIA PRIMA



PELADO DE LAS CASCARAS DE VERDE



INACTIVACION DE ENZIMAS



HIDROLISIS



PRECIPITACION



SECADO Y TRITURADO



Anexo 4. Técnicas de determinación de las características físicas–químicas.

a. Porcentaje de humedad.

Esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

Instrumental.

1. Balanza analítica, sensible al 0.1 mg.
2. Estufa, con regulador de temperatura.
3. Desecador, con silicagel u otro deshidratante.
4. Crisoles de porcelana
5. Espátula
6. Pinza

Preparación de la muestra.

1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
2. La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.
3. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

Procedimiento.

1. La determinación debe efectuarse por duplicado.
2. Calentar el crisol de porcelana durante 30 min. en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.
3. Homogenizar la muestra y pesar 1 gr con aproximación al 0.1 mg.
4. Llevar a la estufa a 130° C por dos horas o 105⁰C por 12 horas.
5. Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

Cálculos.

$$W_2 - W_1$$

$$\%HT = \frac{\text{-----}}{W_0} \times 100$$

HT= Humedad Total.

W_0 = Peso de la Muestra (gr.)

W_1 = Peso del crisol más la muestra después del secado.

W_2 = Peso del crisol vacío más la muestra húmeda

b. Porcentaje de cenizas.

Esta norma establece el método para determinar el contenido de cenizas en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

Instrumental.

1. Balanza analítica, sensible al 0.1 mg.
2. Estufa, con regulador de temperatura.
3. Mufla, con regulador de temperatura
4. Desecador, con silicagel u otro deshidratante.
5. Crisoles de porcelana
6. Espátula
7. Pinza

Preparación de la muestra.

1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
2. La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe ser y no debe exponerse al aire por mucho tiempo.
3. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

Procedimiento.

1. La determinación debe efectuarse por duplicado.
2. Calentar el crisol de porcelana durante 30 min. en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.
3. Homogenizar la muestra y pesar 1 gr. con aproximación al 0.1 mg.
4. Llevar a la mufla a 600° C por tres horas.
5. Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

Cálculos:

$$\%C = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

C= Cenizas.

W₀ = Peso de la Muestra (gr.)

W₁ = Peso del crisol vacío.

W₂ = Peso del crisol más la muestra después del calcinado.

C) Determinación de Acidez Titulable.

La Acidez Titulable es el porcentaje de peso de los ácidos concentrados en el producto, se determina por análisis conocido como titulación que es la neutralización de IONES de hidrogeno del ácido con una solución de NaOH de concentración conocida. Este se adiciona con una bureta puesta verticalmente en un soporte universal.

La neutralización de los iones de hidrogeno o acidez se mide por medio de pH. El ácido se neutraliza con base con un pH de 8.3. El cambio de la Acidez o la alcalinidad se puede determinar con un indicador o con un potenciómetro. El indicador es una sustancia química como la fenolftaleína, que da diferentes totalidades de color rojo para los distintos valores de pH. La fenolftaleína va incolora a rosa cuando el medio alcanza un pH de 8.3.

Preparación de la muestra.

La preparación de soluciones para la titulación de la acidez de algunos productos se efectúa como sigue:

1. Se toma 10 g de muestra
2. Se coloca en un matraz volumétrico de 250 ml
3. Se añade 50 ml de agua destilada
4. La mezcla se agita vigorosamente

Titulación.

- ❖ Llenar la bureta con NaOH 0.1N
- ❖ Se adiciona 5 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador
- ❖ Se adiciona gota a gota la solución NaOH

- ❖ Titular hasta que aparezca el color rosa y permanezca 15seg.
- ❖ Se toma la lectura en la bureta de la cantidad de NaOH usada para neutralizar la acidez de la muestra.

Cálculo.

La acidez del producto se expresa como el porcentaje de peso del ácido que se encuentra en la muestra.

$$\%Ac = \frac{A * B * C}{D} * 100$$

A= Cantidad en mililitros del solución consumida

B= Normalidad de la solución usada 0.1N

C= Peso expresado en gr del Ac predominante del producto

D= Peso de la muestra en miligramos